

## **TUGAS AKHIR**

# **PENGARUH KETEBALAN *CORE* KOMPOSIT *SANDWICH* BERPENGUAT SERAT RAMI ACAK BERMATRIK *EPOXY* dengan *CORE GYPSUM***



Tugas Akhir ini Disusun Guna Memperoleh Gelar Sarjana  
Strata Satu Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Disusun oleh :

**TRI SUWANTO**  
**NIM : D.200.05.0015**

**FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK MESIN  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
2011**

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul :  
**“PENGARUH KETEBALAN CORE KOMPOSIT SANDWICH BERPENGUAT SERAT RAMI ACAK BERMATRIK EPOXY dengan CORE GYPSUM”** Yang dibuat untuk memenuhi sebagai syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 14 Maret 2011

Yang menyatakan,

Tri Suwanto

## HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir berjudul “**PENGARUH KETEBALAN *CORE* KOMPOSIT *SANDWICH* BERPENGUAT SERAT RAMI ACAK BERMATRIK *EPOXY* DENGAN *CORE GYPSUM***”, telah disetujui oleh Pembimbing dan diterima untuk memenuhi sebagai persyaratan memperoleh gelar sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : **TRI SUWANTO**

NIM : **D.200.50.0015**

Disetujui pada

Hari : .....

Tanggal : .....

Mengetahui

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

Ir. Agus Hariyanto, MT

Ir. Ngafwan, MT

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul : “**PENGARUH KETEBALAN CORE KOMPOSIT SANDWICH BERPENGUAT SERAT RAMI ACAK BERMATRIK EPOXY DENGAN CORE GYPSUM**“, telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan telah dinyatakan sah untuk memenuhi sebagai syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : **TRI SUWANTO**

NIM : **D.200.50.0015**

Disahkan pada :

Hari : .....

Tanggal : .....

### Tim Penguji :

Ketua : Ir. Agus Hariyanto, MT. .....

Anggota 1 : Ir. Ngafwan, MT. .....

Anggota 2 : Dr. Supriyono. .....

Dekan,

Ketua Jurusan,

Ir. Agus Riyanto, SR, MT

Ir. Sartono Putro, MT



## **MOTTO**

"Jadikanlah sabaar dan shalat sebagai penolongmu.

Dan sesungguhnya yang demikian itu sungguh berat,  
kecuali bagi orang-orang yang khusyu"

(Q.S Al Baqarah : 45)

"karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan,  
maka apabila kamu telah selesai dari sesuatu urusan, kerjakanlah  
dengan sungguh-sungguh urusan yang lain.

Dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap"

(Q.S Alam Nasyarah : 6-8)

"Yang paling banyak menjatuhkan orang, itu adalah tidak seimbangnya  
antara perkataan dan perbuatan"

(Abdullah Gymnastiar)

"Hidup adalah belajar, kehidupan adalah pelajaran.

Mati adalah misteri, penentuan dan akherat adalah prestasi hidup.

Maka janganlah kamu hidup dengan mimpi-mimpi, tapi hidupkanlah  
mimpi-mimpimu"

(Abdullah Gymnastiar)

"Jadilah dirimu sendiri dan yakinkan kamu bisa "

(Penulis)

## PERSEMBAHAN

Sujud syukurku pada-Mu Illahi Robbi yang senantiasa memberikan kemudahan bagi hamba-Nya yang mau berusaha. Petunjuk dan bimbingan-Mu selama hamba menuntut ilmu diperantauan berbuah karya sederhana ini yang kupersembahkan kepada :

- ❖ Agamaku yang telah mengenalkan aku kepada ALLAH SWT serta Rosul-Nya dan mengarahkan jalan dari gelap-gulita menuju terang benderang, terimakasih ALLAH atas ridhonya hingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini, walaupun kadang keluar dari jalan yang Engkau tetapkan. (“Engkau yang mendengar do’aku dan mengabulkan jerih payahku”).
- ❖ Mbah kakung dan mbah putri yang telah merawat aku dari kecil sampai sekarang, engkau adalah semangat ku.
- ❖ Ayah dan Ibu tercinta, dengan do’a dan kasih sayang tulusnya selalu senantiasa memberikan kekuatan dalam setiap langkah ananda, terima kasih atas semua pengorbanan yang tidak ternilai harganya.
- ❖ Kakakku Ninik Suwarni, SPd, dan kakakku Winarni, ST, yang selalu memberikanku do’a, inspirasi maupun dukungan kepadaku.
- ❖ Bulek Sanem dan bulek Parsi terimakasih atas do’a-do’anya.
- ❖ Melia Meldy Megawati, SPd, yang selalu memberikanku inspirasi, motivasi, dan terimakasih atas kesetiaan.
- ❖ Almamater Fakultas Teknik UMS.

# **Pengaruh Ketebalan Core komposit Sandwich Berpenguat Serat Rami Acak Bermatrik Epoxy dengan Core Gypsum**

**Tri Suwanto, Agus Hariyanto, Ngafwan**

Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jln. A. Yani Tromol Pos I Pabelan, Kartasura

## **ABSTRAKSI**

*Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kekuatan bending, impact, geser, dan kestabilan dimensi, dari komposit sandwich dengan tebal skin 3 mm Vf 30% dan tebal skin 5 mm Vf 20%, serta mengetahui patahan dengan pengamatan makro pada specimen hasil pengujian bending, dan impact*

*Pada penelitian komposit sandwich ini bahan yang digunakan adalah serat ramie disusun secara acak dengan tebal 3 mm Vf 30% dan tebal 5 mm Vf 20%, bahan core yang digunakan adalah gypsum yang tebalnya dibuat 5 mm, 10 mm, 15 mm, dan 20 mm, matrik dan adhesiv yang digunakan adalah epoxy. Pembuatan dengan cara press mold, Pengujian yang dilakukan adalah uji Bending ASTM C 393, Impak Carpy ASTM D5942, Uji Geser ASTM C 273, kestabilan Dimensi SAE J- 1717, Densitas Sandwich dan Foto Makro.*

*Pengujian bending pada komposit sandwich, kekuatan rata-rata dari sandwich skin 3 mm Vf 30 % dan skin 5 mm Vf 20 % yaitu = 12,838 MPa, 7,368 MPa, 5,98 MPa, 5,438 MPa, dan 8,945 MPa, 6,103 MPa, 4,002 MPa, 3,128 MPa. Dari data diatas diketahui nilai rata-rata kekuatan bending tertinggi terletak pada skin 3 mm Vf 30%. Hasil dari pengujian Impak tertinggi adalah senilai 21,68 KJ/m<sup>2</sup> pada komposit sandwich skin 3 mm Vf 30%. Pada uji geser tegangan geser rata-rata komposit sandwich skin 3 mm Vf 30% dan skin 5 mm Vf 20% yaitu = 0,55 MPa, 0,58 MPa, 0,38 MPa, 0,44 MPa, dan 0,47MPa, 0,51MPa, 0,41 MPa, 0,57 MPa. Dari data uji geser, tegangan geser tertinggi senilai 0,58 MPa pada ketebalan skin 3 mm Vf 30%. Dari uji kestabilan dimensi diperoleh persentase pertambahan panjang tertinggi senilai 0,022 % pada komposit sandwich skin 3 mm Vf 30%.*

*Pengamatan foto makro, pola kegagalan impak dan bending yang terjadi pada komposit sandwich ini hampir sama. Kegagalan komposit sandwich akibat beban bending diawali dari skin komposit sisi belakang dan dilanjutkan dengan kegagalan core, delaminasi antara skin dan core,*

**Kata kunci :** Serat Rami, Gypsum, Epoxy, Kekuatan



## KATA PENGANTAR



***Assalamu'alaikum Wr. Wb.***

Syukur Alhamdulillah, penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas berkah dan rahmat-Nya sehingga penyusun laporan penelitian ini dapat terselesaikan.

Tugas Akhir berjudul ” **PENGARUH KETEBALAN CORE KOMPOSIT SANDWICH BERPENGUAT SERAT RAMI ACAK BERMATRIK EPOXY dengan CORE GYPSUM** , dapat terselesaikan atas dukungan dari pihak. Untuk itu pada kesempatan ini, penulis dengan segala ketulusan dan keikhlasan hati ingin menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir. Agus Riyanto,SR, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Ir. Sartono Putro, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak Ir. Agus Hariyanto, MT selaku Dosen Pembimbing I yang telah membimbing, mengarahkan, memberikan petunjuk dalam penyusunan Tugas Akhir ini dengan sangat perhatian, baik, sabar dan ramah.
4. Bapak Ir. Ngafwan, MT, selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing, mengarahkan, memberikan petunjuk dalam penyusunan Tugas Akhir ini dengan sangat perhatian, baik, sabar dan ramah.
5. Dosen Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah memberikan ilmu pengetahuan kepada penulis selama mengikuti kegiatan kuliah.
6. Bapak dan Ibu tercinta yang setiap malam selalu mendoakan, memberikan semangat dan dorongan, serta terima kasih atas semua nasehat, bimbingan, dan pengorbananmu selama ini sehingga penulis

terpacu untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Semua do'a dan kasih sayang yang tulus ini akan selalu mengiringi langkahku.

7. Kedua kakakku yang slalu memberikan semangat, bantuan dan pengertiannya selama ini.
8. Teman - teman kos terima kasih atas segala suka duka yang mewarnai sebagian hari-hari penulis, semoga persaudaraan ini bisa berlangsung lebih lama lagi. Amien.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca akan penulis terima dengan senang hati.

***Wassalamu'alaikum Wr. Wb***

Surakarta, 14 Maret 2011

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI .....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN .....	iii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iv
LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR .....	v
MOTTO .....	vi
PERSEMBAHAN .....	vii
ABSTRAKSI .....	viii
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR TABEL .....	xvi
DAFTAR SIMBOL .....	xviii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Batasan Masalah .....	4
1.3. Tujuan Penelitian .....	4
1.4. Manfaat Penelitian.....	4
1.5. Sistem Penulisan Laporan.....	5
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1. Tinjauan Pustaka .....	7
2.2. Landasan Teori .....	8
2.2.1. Komposit .....	8
2.2.2. Sandwich .....	11
2.2.2.1. Face atau Skin .....	11
2.2.2.2. Core.....	13
2.2.2.3. Matrik .....	14
2.2.2.4. Bonding Layer atau adhesive.....	16

2.2.3. Fraksi Volume Serat .....	18
2.2.4. Pengujian .....	19
2.2.4.1. Uji Bending .....	19
2.2.4.2. Uji ImpakPengujian .....	24
2.2.4.3. Uji Geser .....	26
2.2.4.4. Uji Kestabilan Dimensi .....	27
2.2.4.5. Uji Densitas .....	28
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1. Bahan .....	29
3.2. Alat .....	30
3.3. Metode Penelitian.....	35
3.2.1. Diagram Alir.....	35
3.2.2. Survey Lapangan dan study <i>literature</i> .....	36
3.2.3. Penyiapan Bahan .....	36
3.2.4. Pembuatan Benda Uji ( <i>sandwich</i> ) .....	38
3.2.5. Pembuatan Spesimen Uji.....	38
3.2.6. Pengujian Sandwich.....	40
3.3.7. Hasil .....	46
3.3.8. Analisa Data dan Pembahasan.....	47
 BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
4.1. Hasil Pengujian dan Pembahasan .....	48
4.1.1. Pengujian Bending .....	48
4.1.2. Pembahasan Hasil Pengujian bending.....	51
4.1.3. Pengujian Impak.....	52
4.1.4. Pembahasan Pengujian Impak .....	53
4.1.5. Pengujian Geser .....	53
4.1.6. Pembahasan Pengujian geser .....	56
4.1.7. Uji Kestabilan Dimensi .....	57
4.1.8. Pembahasan Uji Kestabilan Dimensi .....	58
4.1.9 Pengujian Densitas .....	58
4.1.10.Pembahasan Pengujian Densitas .....	59
4.1.11. Foto Makro.....	60

4.1.12. Pembahasan Foto makro Patahan Bending .....	62
4.1.13. Pembahasan Foto Patahan impak.....	63
4.4.14. Pembahasan Foto makro Patahan Imapak.....	65
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan.....	67
5.2. Saran.....	69
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1.</b> Konsep Material Komposit.....	9
<b>Gambar 2.2</b> <i>Struktur Komposit Sandwich</i> .....	11
<b>Gambar 2.3</b> <i>Quarter Point Loading</i> .....	19
<b>Gambar 2.4</b> Skema Pengujian <i>Quarter Point Loading</i> .....	20
<b>Gambar 2.5.</b> Pola Kegagalan Bending <i>Sandwich</i> .....	23
<b>Gambar 2.6</b> Skematik peralatan uji <i>impak</i> .....	24
<b>Gambar 2.7</b> Pola Kegagalan <i>Impact</i> pada <i>Sandwich</i> .....	25
<b>Gambar 2.8</b> skema uji geser (ASTM C 273-00).....	27
<b>Gambar 3.1</b> serat rami.....	29
<b>Gambar 3.2</b> Resin Epoxy dan hardener .....	30
<b>Gambar 3.3</b> papan Gypsum .....	30
<b>Gambar 3.4.</b> Alat Uji Kadar.....	31
<b>Gambar 3.5</b> Timbangan Digital.....	31
<b>Gambar 3.6</b> Alat Cetak.....	31
<b>Gambar 3.7</b> oven.....	32
<b>Gambar 3.8</b> alat Press.....	32
<b>Gambar 3.9</b> Alat Bantu .....	33
<b>Gambar 3.10</b> Alat <u>Uji</u> Bending.....	33
<b>Gambar 3.11.</b> Alat Uji Impak.....	34
<b>Gambar 3.12</b> Spesimen Uji Bending.....	39
<b>Gambar 3.13</b> <i>spesimen uji impak</i> .....	39
<b>Gambar 3.14</b> spesimen uji geser.....	39
<b>Gambar 3.15.</b> Gambar Dimensi Uji Bending.....	41
<b>Gambar 3.16</b> Gambar Dimensi Uji impak .....	42
<b>Gambar 3.17.</b> Skema Uji Geser.....	43
<b>Gambar 4.1 .</b> Grafik Hubungan Antara kekuatan Rata-rata <i>Sandwich</i> dengan variasi tebal <i>core</i> .....	49
<b>Gambar 4.2.</b> Grafik Hubungan Antara kekakuan rata-rata <i>Sandwich</i> terhadap variasi tebal <i>core</i> .....	49
<b>Gambar 4.3</b> <i>Grafik Hubungan Core Shear Stress Rata-rata</i> terhadap variasi tebal <i>core</i> .....	50

<b>Gambar 4.4</b>	Grafik hubungan skin stereg dengan tebal core .....	50
<b>Gambar 4.5</b>	Histogram Kekuatan Impact Rata-rata Terhadap Ketebalan Core Gypsum .....	53
<b>Gambar 4.6</b>	Histogram tegangan geser rata-rata terhadap variasi tebal core .....	55
<b>Gambar 4.7</b>	grafik histogram modulus geser rata-rata terhadap variasi tebal core.....	55
<b>Gambar 4.8</b>	Histogram pertambahan panjang dengan variasi tebal core dan skin .....	57
<b>Gambar 4.9</b>	Grafik Hubungan Antara <i>Densitas</i> Rata-rata dengan variasi Tebal Core.....	59
<b>Gambar 4.10</b>	Bentuk kegagalan Sandwich skin 3 mm vf 30% core 5 mm .....	60
<b>Gambar 4.11</b>	Bentuk kegagalan Sandwich skin 3 mm vf 30% core 10 mm .....	60
<b>Gambar 4.12</b>	Bentuk kegagalan Sandwich skin 3 mm vf 30% core 15 mm .....	
<b>Gambar 4.13</b>	Bentuk kegagalan Sandwich skin 3 mm vf 30% core 20 mm .....	61
<b>Gambar 4.14</b>	Bentuk kegagalan Sandwich skin 5 mm vf 20% core 5 mm .....	61
<b>Gambar 4.15</b>	Bentuk kegagalan Sandwich skin 5 mm vf 20% core 10 mm .....	61
<b>Gambar 4.16</b>	Bentuk kegagalan Sandwich skin 5 mm vf 20% core 15 mm .....	62
<b>Gambar 4.17</b>	Bentuk kegagalan Sandwich skin 5 mm vf 20% core 20 mm .....	62
<b>Gambar 4.18.</b>	Bentuk Kegagalan Impack Sandwich skin 3 mm vf 30% core 5 mm.....	63
<b>Gambar 4.19.</b>	Bentuk Kegagalan Impack Sandwich skin 3 mm vf 30% core 10 mm.....	63

<b>Gambar 4.20.</b> Bentuk Kegagalan Impack Sandwich skin 3 mm vf 30%	
core 15mm.....	63
<b>Gambar 4.21.</b> Bentuk Kegagalan Impack Sandwich skin 5 mm vf 20%	
core 5 mm.....	64
<b>Gambar 4.22.</b> Bentuk Kegagalan Impack Sandwich skin 5 mm vf 20%	
core 10 mm.....	64
<b>Gambar 4.23.</b> Bentuk Kegagalan Impack Sandwich skin 5 mm vf 20%	
core 15mm.....	64.
<b>Gambar 4.22.</b> Bentuk Kegagalan Impack Sandwich skin 5 mm vf 20%	
core 10 mm.....	65



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Beberapa <i>Material Skin</i> .....	12
<b>Tabel 2.2</b> <i>Sifat Serat Rami dan Kapas</i> .....	13
<b>Tabel 2.3</b> Spesifikasi <i>Resin Epoxy</i> .....	15
<b>Table 4.1.</b> table hasil perhitungan rata- rata bending kompsit sandwich. 48	
<b>Table 4.2.</b> Hasil pengujian kekuatan <i>impact</i> rata-rata <i>sandwich</i> .....	52.
<b>Tabel 4.5.</b> hasil pengujian geser rata-rata <i>Sandwich</i> .....	54
<b>Tabel 4.6.</b> table uji kestabilan dimensi.....	57
<b>Table 4.6</b> tabel uji densitas rata-rata <i>sandwich</i> .....	58

## DAFTAR SIMBOL

$A_0$	= Luas Penampang ( $\text{mm}^2$ )
$b$	= Lebar spesimen (mm)
$d$	= Tebal spesimen (mm)
$L$	= Jarak antara tumpuan (mm)
$P$	= Beban Tekan (N)
$\Delta L$	= Deformasi/pemanjangan (mm)
$V_c$	= Volume Komposit ( $\text{cm}^3$ )
$V_f$	= Fraksi Volume (%)
$W_c$	= Berat Komposit (gr)
$w_f$	= Berat Serat (gr)
$w_m$	= Berat Matrik (gr)
$m_u$	= Berat Spesimen Di udara (gr)
$m_a$	= Berat Spesimen Dalam air (gr)
$\rho_c$	= Densitas Komposit ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )
$\rho_{air}$	= Densitas air ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )
$\rho_f$	= Densitas serat ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )
$\rho_m$	= Densitas matrik ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )
$\delta$	= Defleksi (mm)
$\sigma_b$	= Tegangan Bending (MPa)
$M_b$	= Momen Bending (N.mm)
$E_b$	= Modulus Elastisitas Bending (MPa)
$I$	= Momen Inersia ( $\text{mm}^4$ )
$D$	= Kekakuan ( $\text{N.mm}^2$ )

$\sigma_t$	= Tegangan Tarik (MPa)
$E_t$	= Modulus Elastisitas Tarik (MPa)
$\varepsilon$	= Regangan (%)
$E_{\text{serap}}$	= Energi Yang Terserap (J)
HI	= Harga Impak (J/mm <sup>2</sup> )
m	= berat pendulum (gr)
$\alpha$	= Sudut Pendulum Sebelum Diayunkan (°)
$\beta$	= Sudut Pendulum Setelah Diayunkan (°)

## **DAFTAR LAMPIRAN**

- Lampiran 1. Annual Book of ASTM
- Lampiran 2. Data hasil pengujian bending core
- Lampiran 3. Data hasil pengujian impak core
- Lampiran 4. Data hasil uji densitas core
- Lampiran 5. Data hasil uji bending sandwich
- Lampiran 6. Data hasil uji impak sandwich
- Lampiran 7. Data hasil uji geser sandwich
- Lampiran 8. Data hasil uji kestabilan dimensi sandwich
- Lampiran 9. Data hasil uji densitas komposit sandwich
- Lampiran 10. Tabel beberapa sifat mekanis serat.
- Lampiran 11. Mesin pengolah serat rami
- Lampiran 12. Konversi satuan